

簡易モーションキャプチャシステムを用いた人体動作の取込みについて

Consideration for Simple Motion Capture System by KINECT

陳 霖榕* 佐野典秀
Chen MURONG Norihide SANO

(平成23年10月4日 受理)

要旨

従来のモーションキャプチャシステムは広い実験室と高価な装置が必要であった。近年、KINECT というゲームコントローラが発売された。このコントローラは人体の動きを感知する入力デバイスであり、この KINECT を利用することにより低価格で狭い空間でのモーションキャプチャを行うことが可能となる。本報告では、この KINECT を用いてモーションキャプチャを行い、得られたモーションデータを 3DCG キャラクタに貼り付ける実験を行った。

1. はじめに

KINECT は Microsoft 社から 2010 年 11 月に米国で発売された Xbox360 専用のコントローラである。プレイヤーの身体の動きや声を感じ、その情報をリアルタイムでゲームの世界のキャラクタに反映させることができる装置である。これまでのゲームはプレイヤーが何等かのコントローラを身に着ける必要があったが、KINECT を利用することにより、プレイヤーは何も持たずに、身体ひとつでゲームを楽しむことができるようになった。KINECT の最大の特徴は、特別な施設や道具を使うことなく、生身の人の身体の姿勢や動きを検出できることにある。従来のモーションキャプチャ技術は、身体に多数のマーカーを取り付けて、そのマーカーの動きを検出することで身体の動きをデジタル化していた。そのため装置自体も大がかりでコストも高く、誰もが簡単に利用できる技術ではなかった。KINECT は、マーカーを使わずに搭載されている距離センサーと映像センサーとマイクを駆使し、内部に装備されたプロセッサが各センサーから入力された情報を使って身体の関節部位を推定して骨格情報を構築していき、さらにその骨格をリアルタイムで追跡する機能を有している。この KINECT は、USB 接続を利用してパーソナルコンピュータとの連動が可能である。本研究では、この KINECT を使って、簡易モーションキャプチャシステムを構築し、実際にキャプチャしたデータを使って、3DCG のキャラクタにモーションを貼り付ける実験を行うものとする。

2. 実験装置

モーションキャプチャを行い、3DCG のキャラクタにモーションを貼り付けるためには、以下の装置とソフトウェアを利用した。

* 本学 4 年生 早稲田大学大学院国際情報通信研究科進学予定

2. 1 入力デバイス^{(1),(2),(3)}

モーションをキャプチャするための入力デバイスとして KINECT を利用した。KINECT は、Microsoft のゲーム機 Xbox360 用のコントローラとして発売されたものであるが、Microsoft 社から公式 SDK がリリースされたこともあり、Xbox 以外での利用が様々に試みられている。

KINECT は、距離センサー、映像センサー、マイクを持つ入力デバイスである。

距離センサー部

正面から見て左側に近赤外線光パターンを照射するプロジェクタ、右側にその反射を受信する近赤外線カメラが装備されている。KINECT の内部では近赤外線カメラが受信した映像から、そのシーンの奥行き情報を計算している。

近赤外線光は可視光ではないため、周辺環境の明るさに影響を受けることなく、奥行き情報を得ることが可能である。

映像センサー部

通常のビデオカメラと同様に、カラー映像を入力するカメラになっている。

マイク部

4つのマイクが内蔵されており、プレイヤーの方向を感知して、周辺のノイズを除去した状態の音声を拾うことが可能になっている。

2. 2 入力情報処理用コンピュータ

入力デバイスからの大量な情報を高速で処理するために、高品質のビデオカードや、高速処理の可能な CPU が求められる。後述するモーションキャプチャに使用したソフトウェアでのシステム要件は以下のとおりである。

システム要件⁽⁴⁾

CPU Intel Pentium4 / AMD Athlon プロセッサ以上
(Intel Core i3 以上のマルチコアプロセッサを推奨)

対応 OS Windows7, Windows Vista, Windows XP SP3

ビデオカード Direct 3D-X 対応 グラフィックカード
(Geforce GTS 250 or Radeon HD 485 以上推奨)

となっている。そこで今回の実験では、MB-P501X（マウスコンピューター社製）を使用した。MB-P501X の主なスペックは以下のとおりである。

■インテル(R) Core(TM) i7-2820QM プロセッサ

(クアッドコア/2.30GHz/TB 時最大 3.40GHz/8MB スマートキャッシュ/HT 対応)

■8GB メモリ [4GB×2 (DDR3 SO-DIMM PC3-10600)]

■750GB SerialATA 2.5inch

■NVIDIA(R) GeForce(R) GTX 460M (GDDR5 1536MB)

- ブルーレイドライブ（ブルーレイ書込対応/DVD スーパーマルチ機能搭載）
- モバイル インテル(R) HM65 Express チップセット
- 374 x 264.5 x 35~44 (折り畳み時) 3.17kg
- リチウムイオンバッテリー約 3.0 時間
- Windows® 7 Home Premium with SP1 64bit インストール済み

2. 3 モーションキャプチャ用ソフトウェア⁽⁴⁾

モーションキャプチャ用ソフトウェアとして、Desktop MoCap iPi (Zero C Seven 社製)を使用した。MoCap iPi は大きく分けて2つのプログラムからなる。iPi Recorder と iPi Studio の2つである。

iPi Recorder

iPi Recorder は、主に入力デバイスからの情報を記録するソフトウェアである。すなわち、入力デバイスからの映像を撮影するためのソフトウェアである。なお、iPi Recorder は、入力デバイスとして、KINECT の他に、PlayStation Eye (PlayStation 用 USB カメラ) にも対応している。

iPi Studio

iPi Studio は、iPi Recorder で記録された情報から、モーションを解析するソフトウェアである。最初に T ポーズ（手を真横に広げたポーズ）を解析して大まかな骨格情報を決定する。対象者（アクター）の身長を入力することで微調整を行う。さらに画面に出てくるアクターモデルを調整して実映像の対象者（アクター）に概ね重なるように調整する。あとはソフトウェアがトラッキングを行い、iPi Recorder で撮影した映像からモーションデータを作成していく。モーションデータファイルの出力形式はモーションを貼り付けたいソフトウェアに応じて選択することができる。

2. 3 3DCG キャラクタへのモーション貼付け用ソフトウェア

本実験では、iPi MoCap によって獲得したモーションデータを iClone4 Pro (e-frontier 社製)を使用して、3DCG キャラクタへのモーションの貼付けを行った。iClone4 Pro は、BVH モーションデータを読み込んで 3DCG キャラクタに貼り付けることが可能である。BVH ファイルとは、Biovision 社によって開発されたボーンの階層構造を含むモーション定義ファイル (Biovision Hierarchy) のことである。主にモーション キャプチャー用の保存データとして利用されていて、ルート ボーン的位置と、全ての子ボーン角度についてのアニメーション データを持っている。

iClone4 Pro では、予め 3DCG キャラクタが用意されており、自分でキャラクタをモデリングする必要はない。また、背景などのデータも用意されており、手軽に 3DCG アニメーションを制作することができる。また、出力時に 3D 立体視オブションを選択してレンダリングすると 3D 立体視ムービーも作成できる。

3. 実験

実験の概略として、モーションの撮影、モーションの解析、3DCG キャラクターへのモーションの貼付けに分かれる。以下、順を追って説明する。

3. 1 モーションの撮影

まず、KINECTに専用のスタンドを取り付け地上1mほどの位置に設置する。撮影可能エリアは、身長175cmの人間で2.5m以上離れる必要がある。左右の撮影可能範囲は、2.5mの距離のところで中心から1.1m程度となる。身長175cmの人間が手を上に伸ばすとほぼ2mなので、手を上に伸ばしたポーズでの撮影を行うためには、3.2m以上離れる必要がある。そしてその場合、左右の撮影可能範囲は、中心から1.4m程度となる。撮影の際は、予め撮影可能範囲に簡単なマークを設置しておくとしかり易い。KINECTを設置し、コンピュータに接続したら、iPi Recorderを起動して録画を開始する。

① 録画最初の2秒間

録画最初の2秒間は、対象者（アクター）が誰もいない背景のみの状態で撮影する。対象者（アクター）とそれ以外のものとの差別化をするために、背景を算出する処理を行うデータを取得する。

② T ポーズの録画

次に撮影可能範囲に対象者（アクター）が入ってTポーズをとる。このTポーズを元にモーションデータを解析する微調整を行う。

③ モーションの録画

撮影範囲内で自由に動いてモーションの撮影を行う。ここで撮影した映像をもとにモーションを解析してモーションデータに変換を行う。つまりキャラクターに貼り付けたい動きを録画していく。

なお、上記撮影に関しては以下の注意が必要である。

設置スペース

上述のようにKINECTの撮影可能範囲から、最低4畳半以上の設置環境が必要である。しかし、従来のモーションキャプチャシステムからすると非常に狭い環境でのキャプチャが可能であることがわかる。

背景色（撮影場所）

壁や床など、撮影場所の背景は明るい色が理想である。しかし、Desktop Motion Cap iPiはグリーンバックなどのスクリーンが用意された専用スタジオ以外、すなわち一般的な室内環境でも十分に撮影できる。背景に机や家具類等、色の違うオブジェクトがあっても問題ない。もちろん、グリーンバックや

ブルーバックなどのスクリーンも利用可能である。

照明環境

より良い解析結果を得るためには、撮影場所に複数の照明があることが望ましい。一般的な教室やオフィス空間などのように、複数の蛍光灯で照らされた明るさにむらのない撮影環境であれば問題ない。屋外で使用する場合は、直射日光の下では撮影はできないので注意が必要である。

対象者（アクター）の服装

アクターは、濃い単一色で長袖のシャツの着用が推奨される。同じく濃い色のジーンズやスラックス＋濃い色の靴/靴下の着用が望ましい。iPi Motion Capでは反射マーカなどをアクターにつける負担はないが、アクターと背景色の差分化により動きを解析していくので、単一色でない服装の場合は精度が落ちる可能性がある。ここで具体的に濃い色とは、黒またはブルー、グリーンなどが望ましい。赤系は皮膚の色素に似た要素があり推奨されない。黒は自身の影の映り込みもないので一番適する。ただし明るい色の服装でも更に照明で明るく照らすことにより精度の高いデータを得ることが可能である。

3. 2 モーションの解析

次に iPi Studio を起動して録画したファイルを読み込む。最初の背景のみの2秒間の映像から、床や壁などの背景情報を算出する。映像を先へ進め、T ポーズをとった位置にする。ここで対象者（アクター）の身長を入力し、画面に現れるアクターモデルを調整して映像の T ポーズに重ね合わせてキャリブレーションを行う。

キャリブレーションが終了したら、トラッキングスタートを押して、モーションの解析を開始する。最後に出力ファイルの形式を選んで解析したモーションデータをファイルに保存する。今回は BHV 形式で保存した。

3. 3 3DCG キャラクタへのモーションの貼付け

最後に iClone4 Pro を起動してキャラクタを選択する。そして解析したモーションデータファイルである BHV ファイルを読み込む。読み込まれたモーションデータをボーン（骨）数や関節数等を微調整してキャラクタに貼り付ける。

4. 結果

まず、撮影環境を満たした場所に KINECT を設置して、コンピュータを接続し、iPi Recorder を起動してモーションの撮影を行った。図 1 に撮影された映像を示す。



図 1 iPi Recorder による KINECT 利用の撮影映像

次に iPi Studio を起動して、撮影したモーショ映像を読み込み、キャリブレーションを行った。図 2 に iPi Studio でモーショ映像を読み込んだ画面を示す。

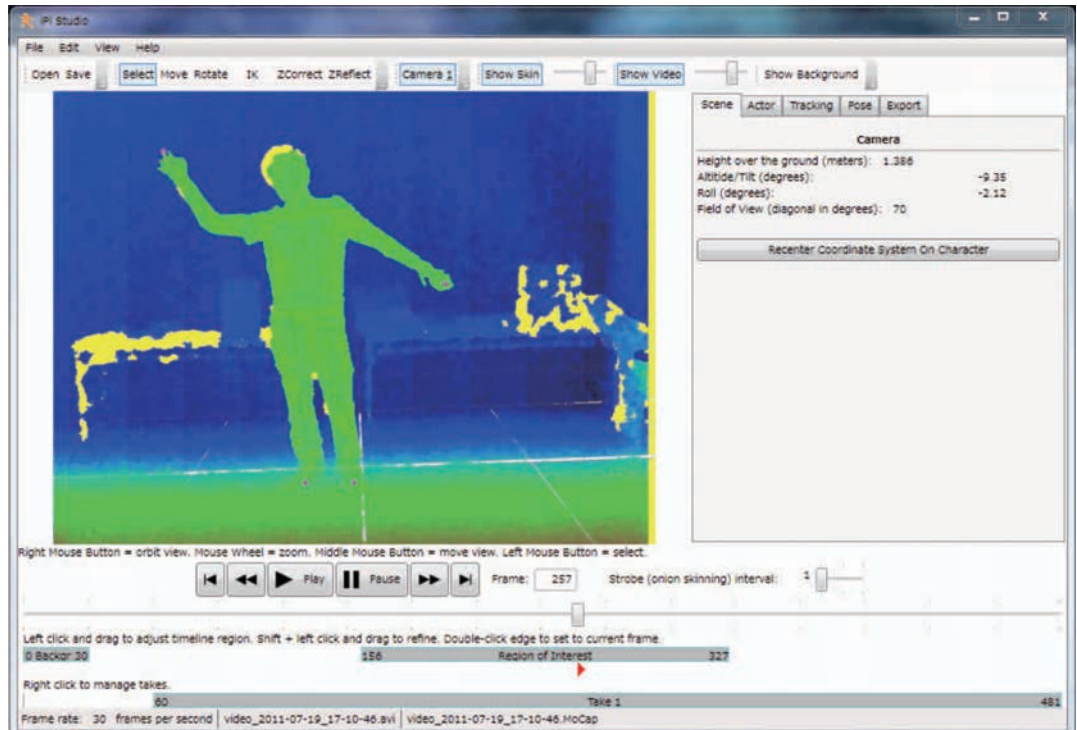


図 2 iPi Studio でのモーショ映像の読み込み

キャリブレーションのためにまず T ポーズ映像にタイムラインを合わせる。
図 3 に T ポーズの映像を示す。

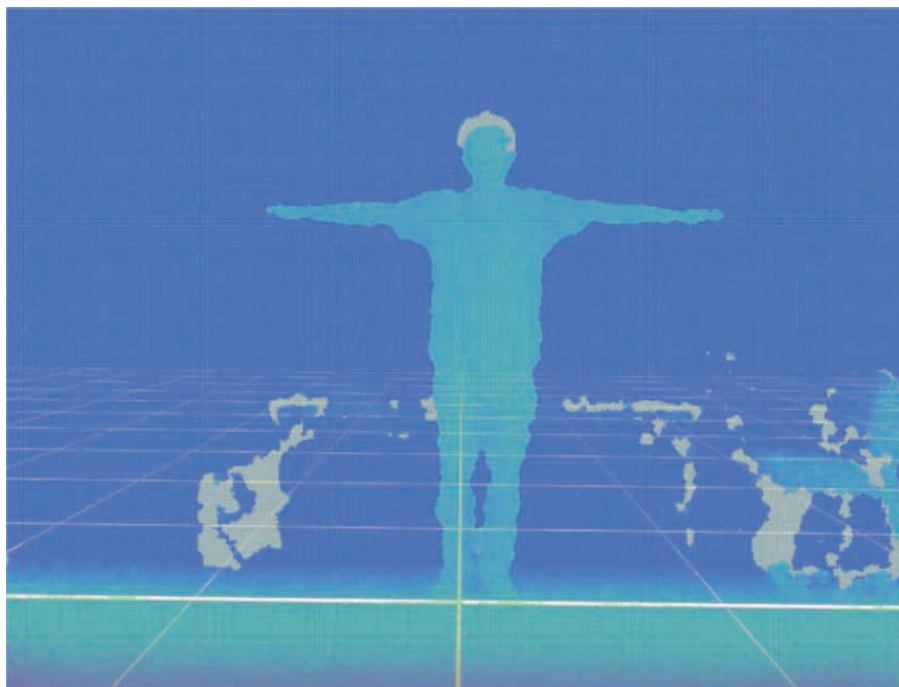


図 3 T ポーズ映像

次にアクターの身長を入力し、アクターモデルに重ね合わさるように微調整を行った。図 4 にアクターモデルとの重ね合わせの様子を示す。

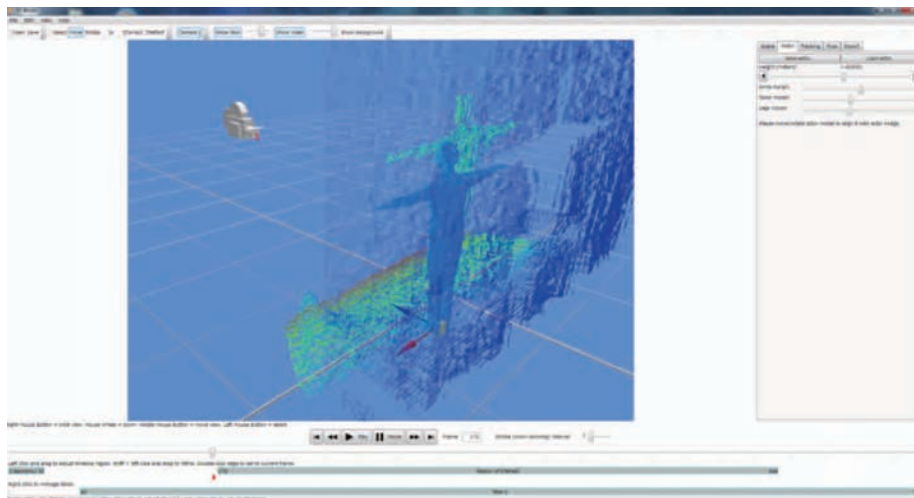


図 4 アクターモデルとの重ね合わせ

そして、モーションデータの解析を行った。図 5 に iPi Studio でボーンの解析を行った結果を示す。

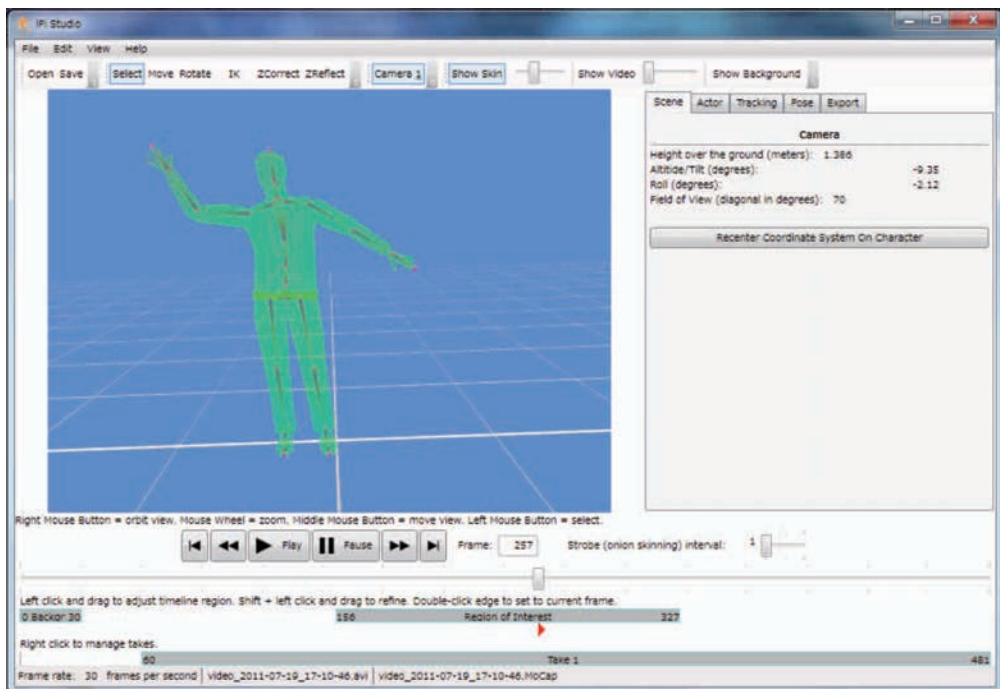


図 5 モーション解析の結果

分かり易くするために、ボーン（骨格）のみを表示した画像を図 6 に示す。

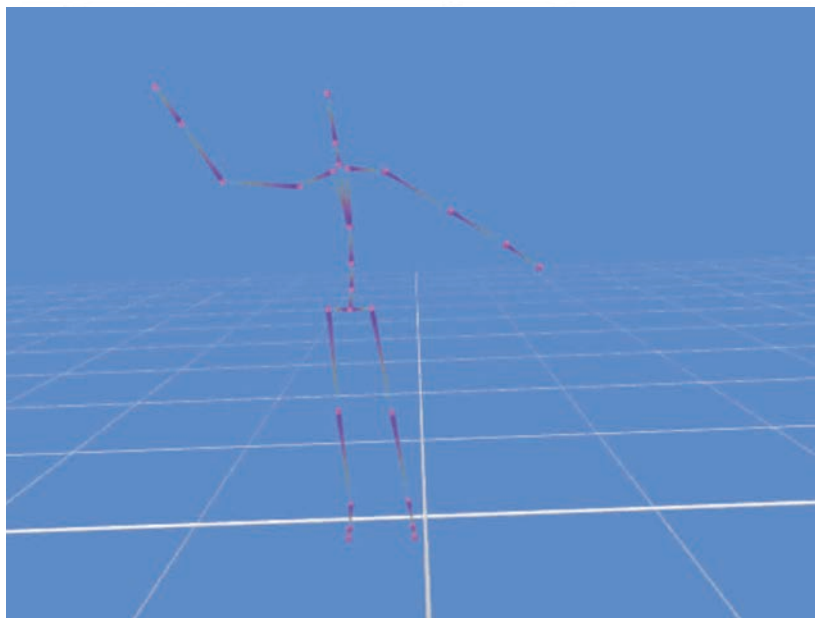


図 6 ボーンの表示

iPi Studioで出力ファイルの形式をiClone4 Pro用に設定しエクスポートを行った。そして、iClone4 Proを起動（図7）し、モーションデータをインポートした（図8）。

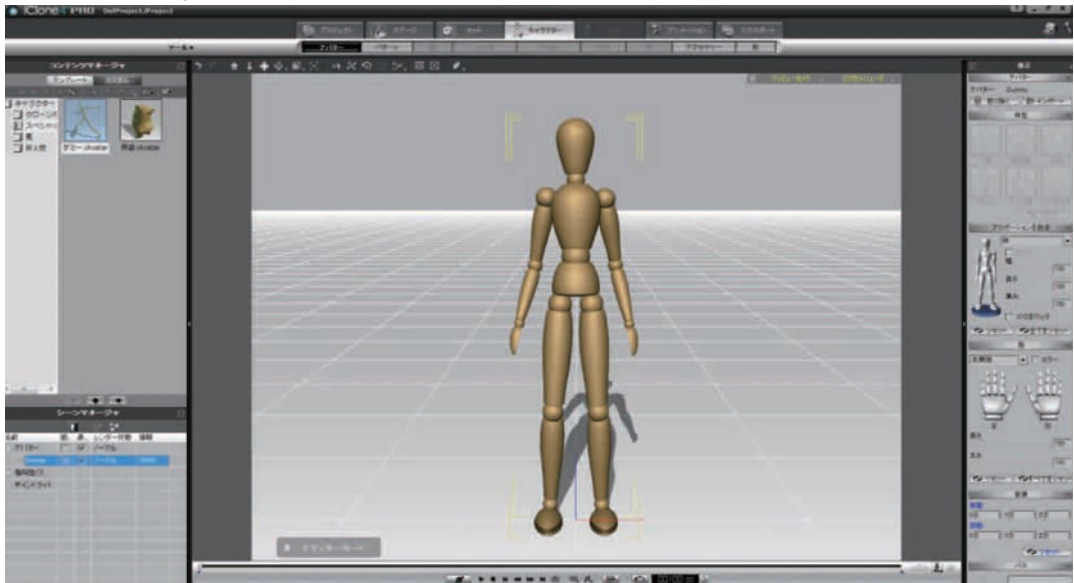


図7 iClone4 Proの起動画面

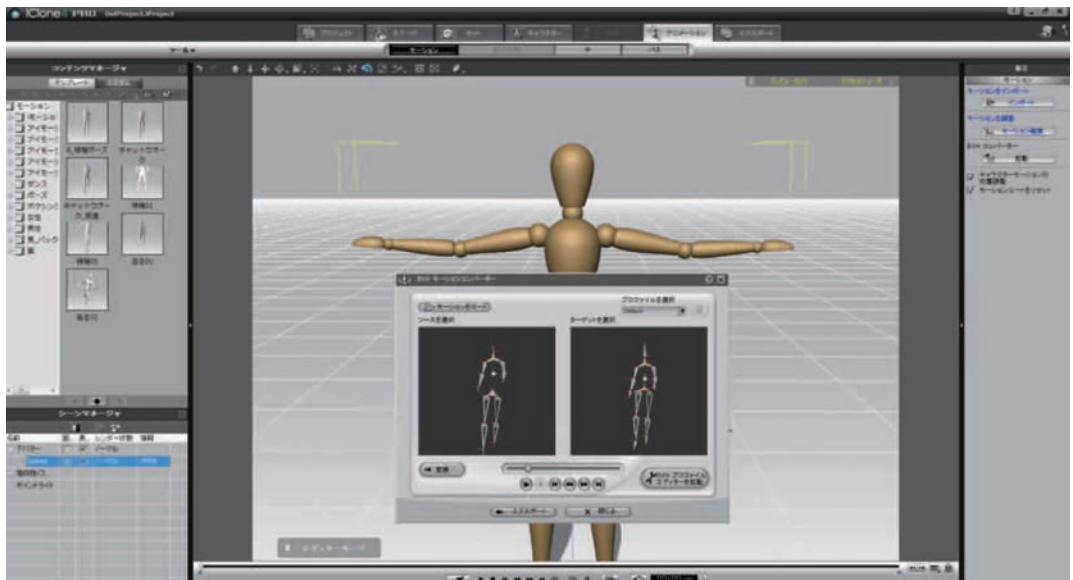


図8 iClone4 Proへのモーションデータのインポート

そして、iClone4 Proのキャラクタにモーションデータが貼り付けられた画像を図9に示す。



図 9 iClone4 Pro 上でモーションデータのキャラクタへの貼付け

以上の実験で解析のもとになった KINECT での撮り込み映像の画像(上段)と解析したモーションデータ (ボーン) 画像 (中段) と作成したアニメーション (下段) のそれぞれ 20 フレームごとの画像を図 10 に示す。

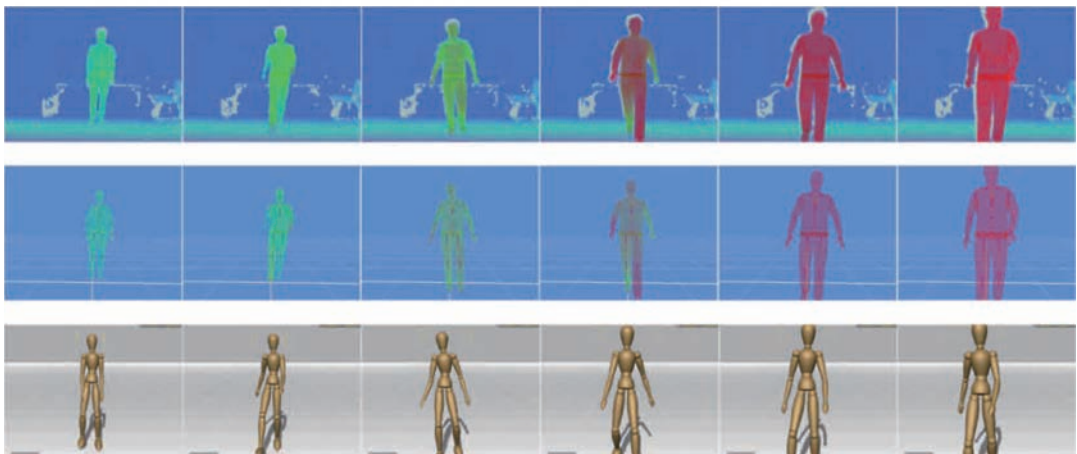


図 10 撮り込み映像とモーションデータ、完成したアニメーション (20 フレームごと)

5. まとめ

本実験では、KINECT を入力デバイスとしてモーション映像を撮り込み、iPi Motion Capture でモーションの解析を行い、解析結果のモーションデータを iClone4 Pro に取り込んでアニメーションを作成した。まとめとして以下のことがいえた。

いままで高価（約 300 万円）で導入の難しかったモーションキャプチャシステムが、PC とソフトウェアまで含んでも 30 万円程度という非常に低価格で実現できた。

本システムは狭い場所でのモーションキャプチャに都合が良い。しかし、逆に広範囲にわたる動きの取込みはできない欠点がある。

対象者（アクター）は、服装の色に注意さえすれば、マーカなどをつけなくても十分にモーションの解析が可能であった。

モーション映像の撮影場所としては教室などで十分であり、壁や机などの家具類が背景に入っているものの後のモーションの解析に影響はなかった。

現在 KINECT を使った様々なシステムの開発が行われ始めている。今後の展望として、著者たちも、このシステムによって得られるモーションデータを二足歩行ロボット（KHR-2 HV）に導入し動作をさせることに取り組んでいく予定である。今回の実験のような簡易モーションキャプチャシステムを利用することで、伝承の難しくなってきた伝統芸能の踊りや太鼓の動きを取り込んでおき、3DCG アニメーションとして再生できるようにすることが可能である。また、ロボットで実演できるようにすることで、すぐに継承できる世代が育たなくとも時間をかけて繰り返し動きを検証しながら、じっくりと次の世代に伝えていくことに貢献できることが期待される。

参考文献

- (1) 中村 薫、KINECT センサープログラミング、秀和システム、2011.
- (2) 谷尻豊寿、KINECT センサー画像処理プログラミング、カットシステム、2011.
- (3) 西林 孝、小野憲史、キネクトハッカーズマニュアル、ラトルズ、2011.
- (4) Desktop MoCap iPi ソフトウェア日本語ユーザーガイド、Zero C seven、2011.

